

Elektroautos mit Brennstoffzellen-Energieversorgung

Antrieb mit Wasserstoff ohne Schadstoffe

Institut für Fahrzeugkonzepte

Dipl.-Ing. Andreas Brinner
Pfaffenwaldring 38-40, D-70569 Stuttgart

Tel: ++(0)711 6862 574 Fax: ++(0)711 6862 1574 / 258
Internet: www.dlr.de/fk



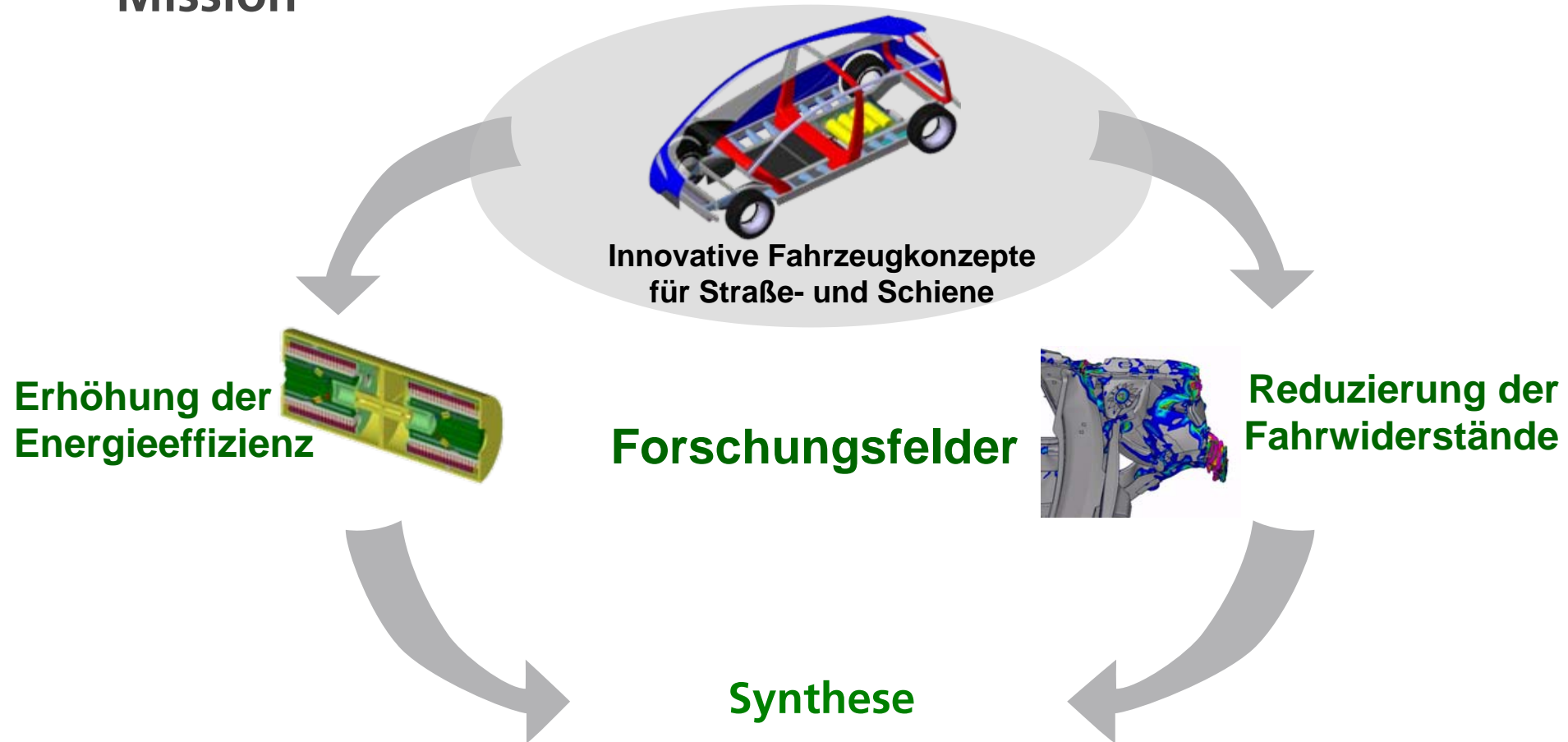
**Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt e.V.**
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Vortragsinhalt

- **DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte**
- **Welche Motivation steht hinter der Brennstoffzellen-Fahrzeugentwicklung?**
- **Wie kann die Wasserstoff-Kreislaufwirtschaft auf der Erde funktionieren?**
- **Was bedeutet es, Wasserstoff aus Wasser gewinnen und zu Wasser zu verbrennen?**
- **Wer hat die Brennstoffzelle erfunden?**
- **Wie sehen Brennstoffzellen aus?**
- **Wie bekommt man elektrische Energie aus Brennstoffzellen?**
- **Wie sind Brennstoffzellenfahrzeuge aufgebaut?**

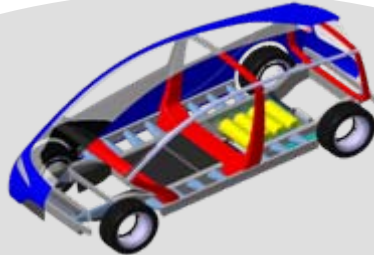
Mission



- Neue Fahrzeugkonzepte
- FK gestaltet und demonstriert Innovationen für Fahrzeugkonzepte und Technologien zukünftiger Transportsysteme

Die Forschungsfelder des Institutes - Zielrichtungen

- Optimierung von Antriebsstrang-Architekturen und Betriebsstrategien
- Signifikante Fortschritte bei nicht-konventionellen Energiewandlern für Straßen- und Schienenfahrzeuge



**Innovative Fahrzeugkonzepte
für Straße- und Schiene**

- Expertise für Konzeptbewertung für (teil-)elektrifizierte Fahrzeugsysteme
- Etablierter Partner für Cradle-to-grave Modellierungen und für das „Niedrig CO₂-Auto“

**Alternative Antriebe &
Energiewandlung**

**Kraftstoff- &
Energiespeicher**

**Leichtbau &
Hybridbauweisen**

**Innovative
Fahrzeugsysteme &
Technikbewertung**

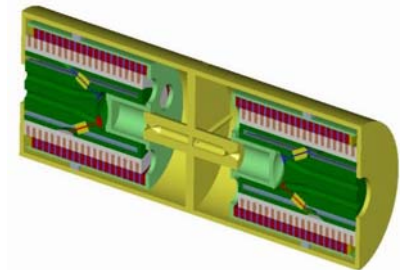
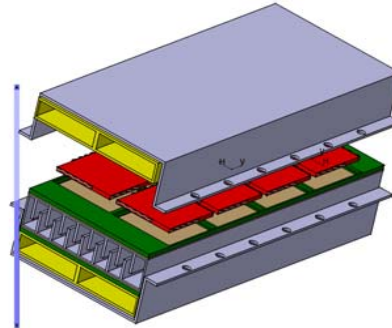
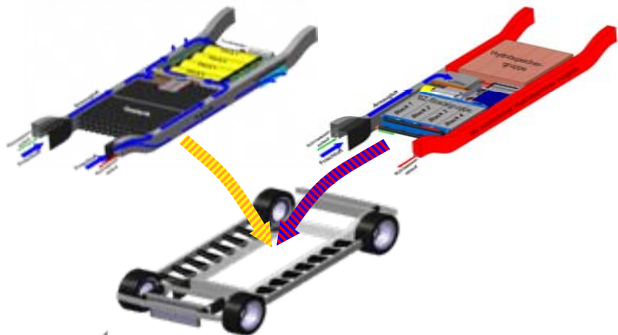
- Systeminnovationen für anerkanntes Multimaterial-Design und Integration technischer Funktionen
- Konzept eines 5/500 – Fahrzeugs



Forschungsfeld

Alternative Antriebe und Energiewandlung

- ▶ Elektrifizierung des Fahrzeug-Antriebsstrangs
 - ↓ Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen durch Entwicklung von robusten Elektrifizierungs- und Brennstoffzellensystemen
- ▶ Bereitstellung von Nutzenergie bisher ungenutzter Fahrzeug- Energieflüsse
 - ↓ CO₂-Minderung von ca. 5% durch Energierückgewinnung aus dem Abgasstrom mittels TEG
- ▶ Alternative Energiewandler mit hoher Effizienz
 - ↓ FKLG- Konzept ermöglicht bis zu 20% η -Verbesserung gegenüber konventionellem Antriebsstrang (Otto)



Institutsgebäude C

Einblicke

- Büroflächen
- Labore und Werkstätten
- nicht von FK belegte Flächen

Leichtbau-Labore

Fügetechnik
Smart Systems
etc.

Prüfstände Antriebsstrang

BZ-Prüfstand 100kW
Energiemanagement
Komponentenprüfung
etc.

Rollenprüfstand

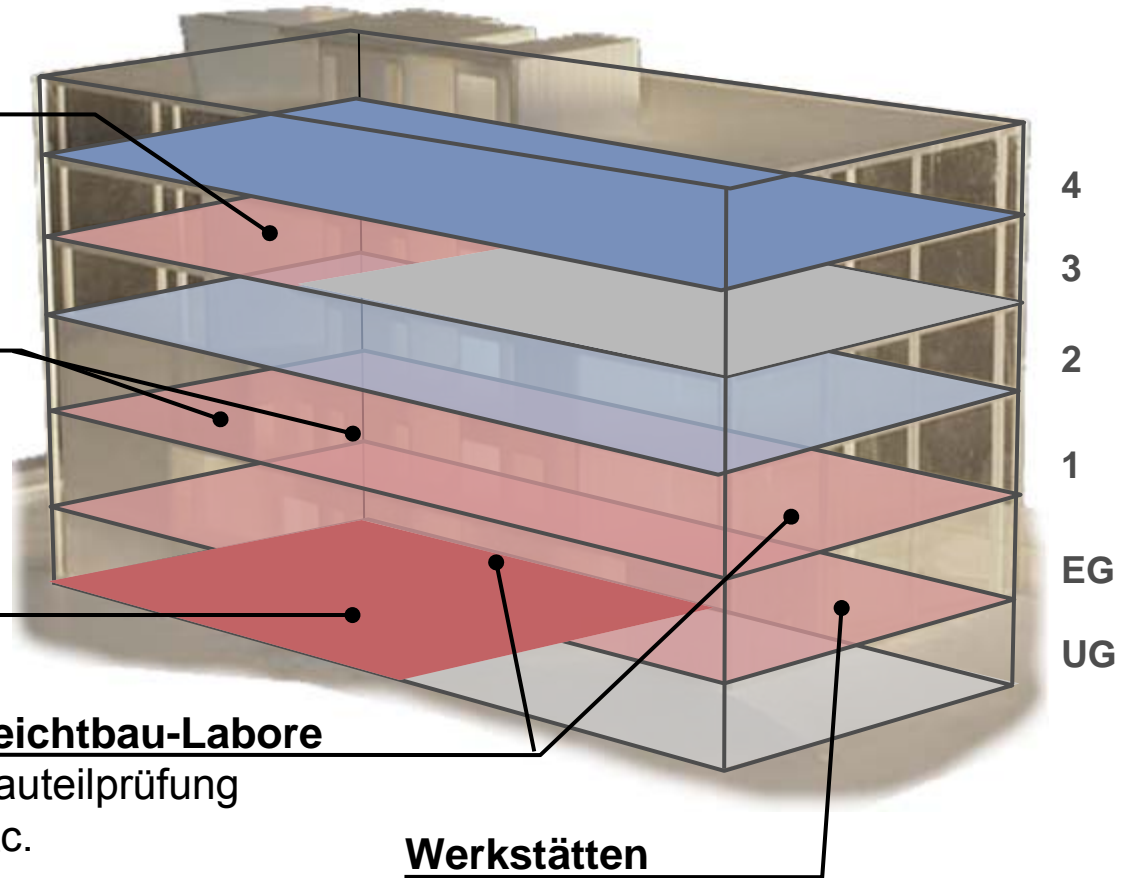
Klima, H₂



Leichtbau-Labore

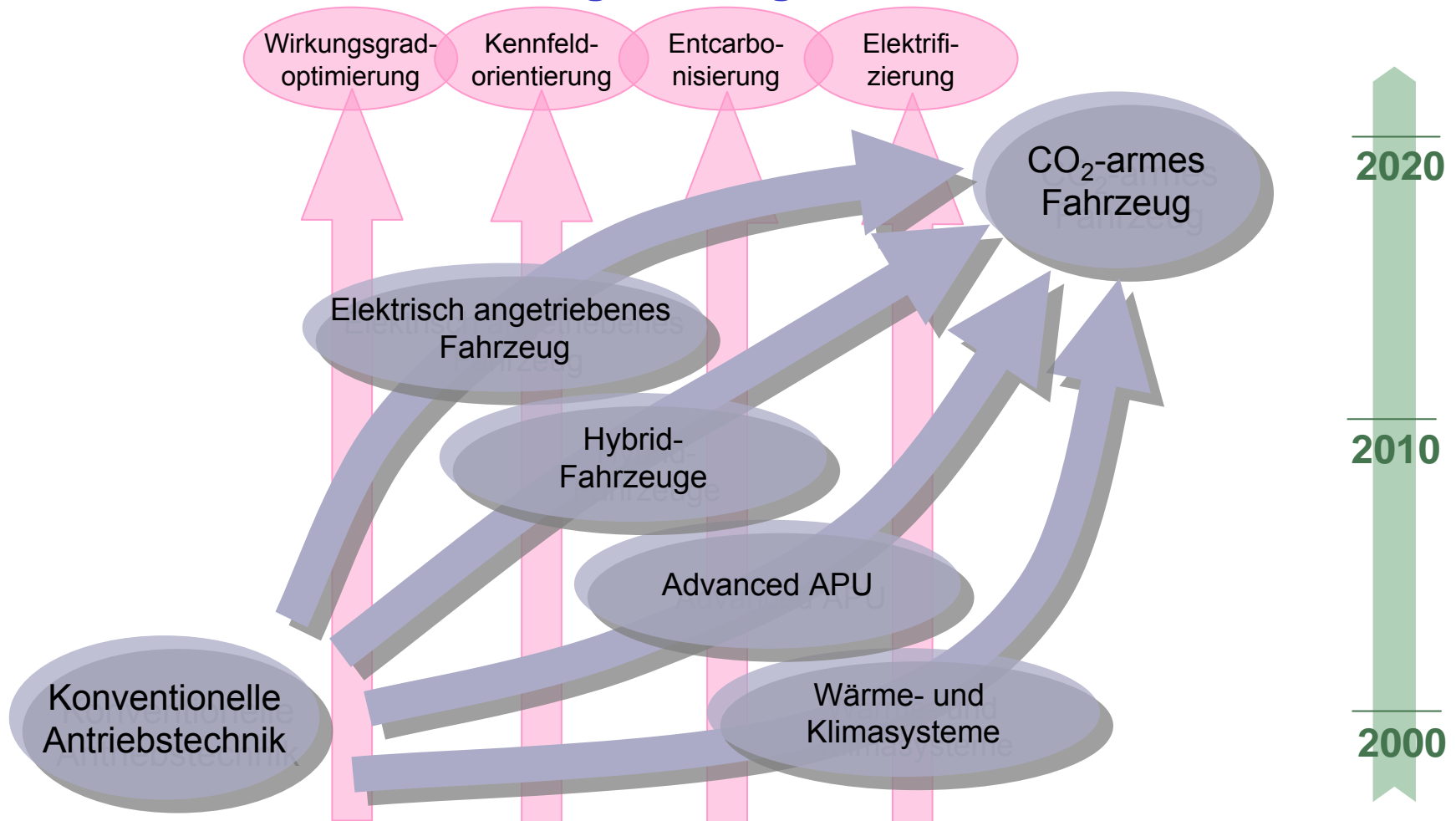
Bauteilprüfung
etc.

Werkstätten



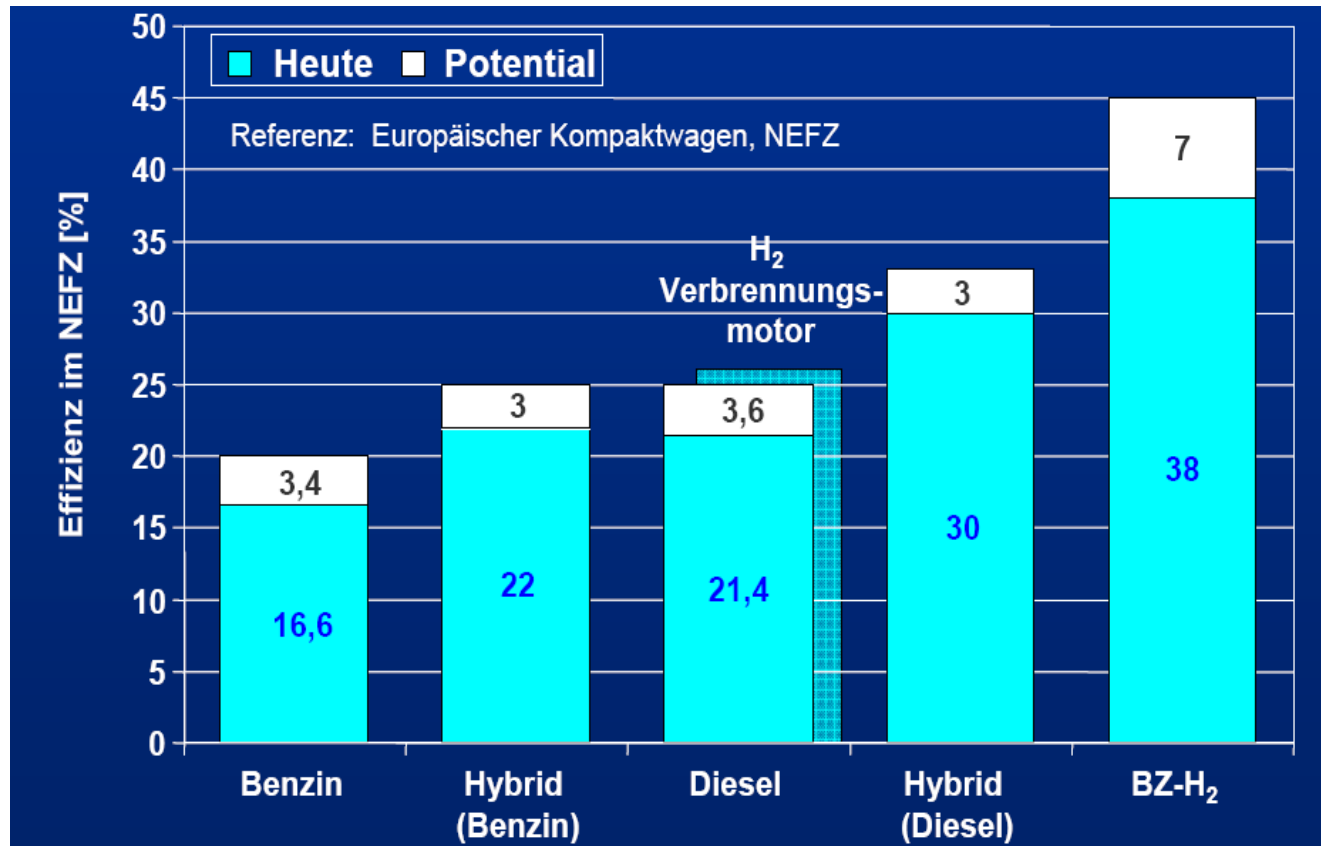
Evolution der Antriebssysteme im Fahrzeug

Technologiestrategien



Antriebsstrang-Wirkungsgrade und Potenziale

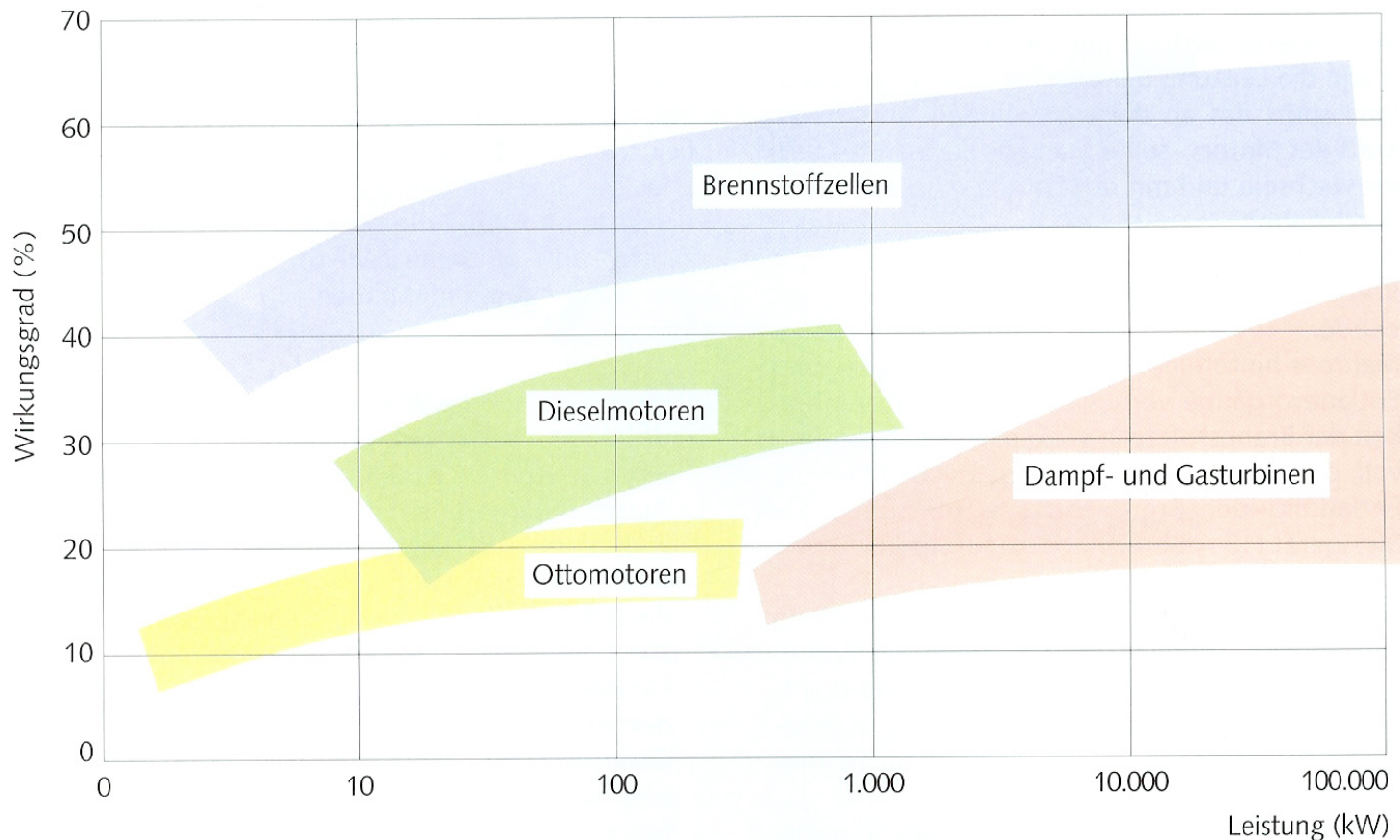
Vergleich bei Tank-bis-Rad-Betrachtung



Hohe Effizienz: Geringer Primärenergieeinsatz
Überkompensation der Energieverluste der Wasserstoffherstellung
durch hohen Brennstoffzellen-Wirkungsgrad

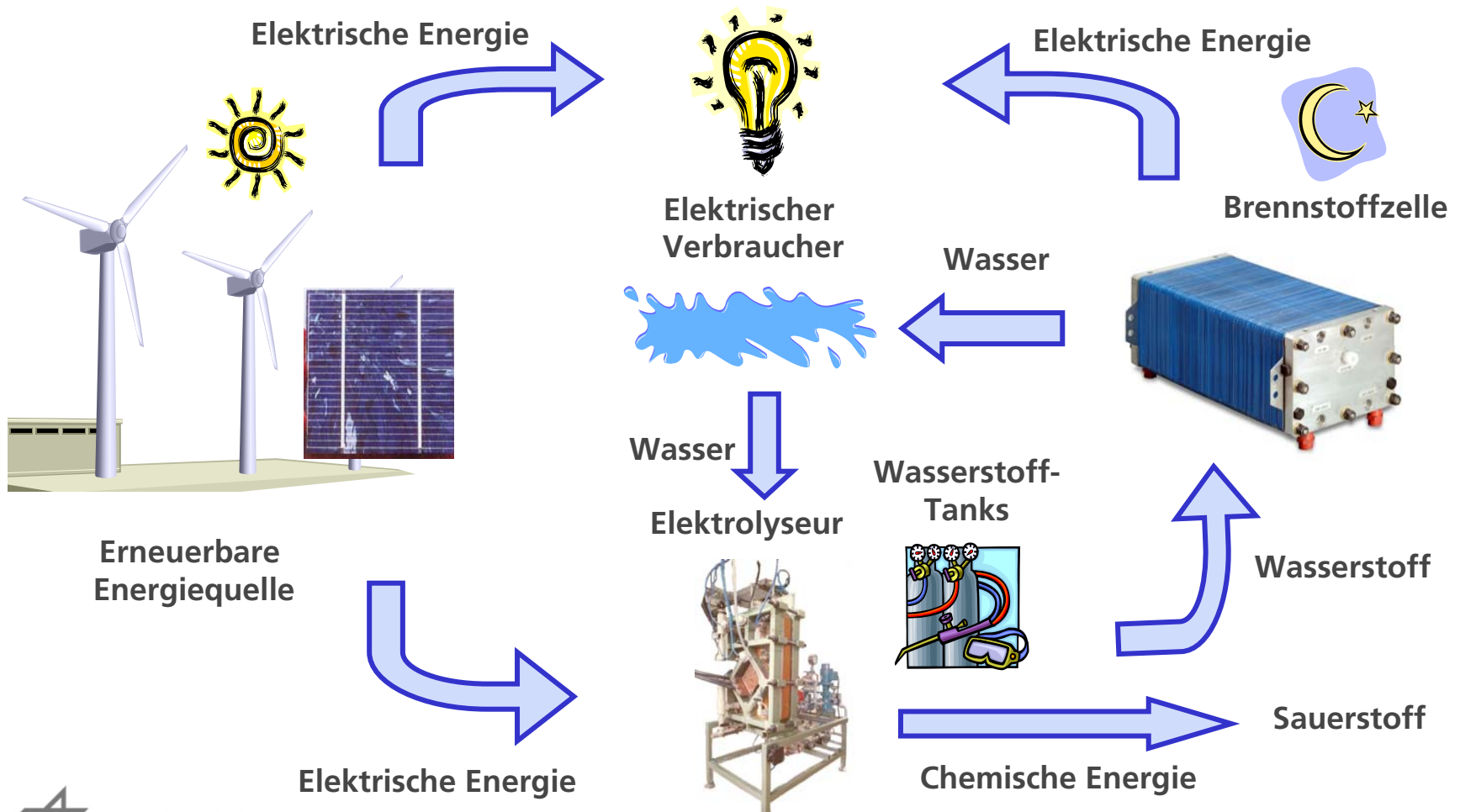
Warum braucht man Brennstoffzellen für Fahrzeuge?

Weil man mit derselben Energie
fast doppelt so weit fahren kann wie heute



Wie kann die Wasserstoff-Kreislaufwirtschaft auf der Erde funktionieren?

Der Wasserstoff-Energiekreislauf





Vorteile von Wasserstoff und Brennstoffzellen

Wasserstoff:

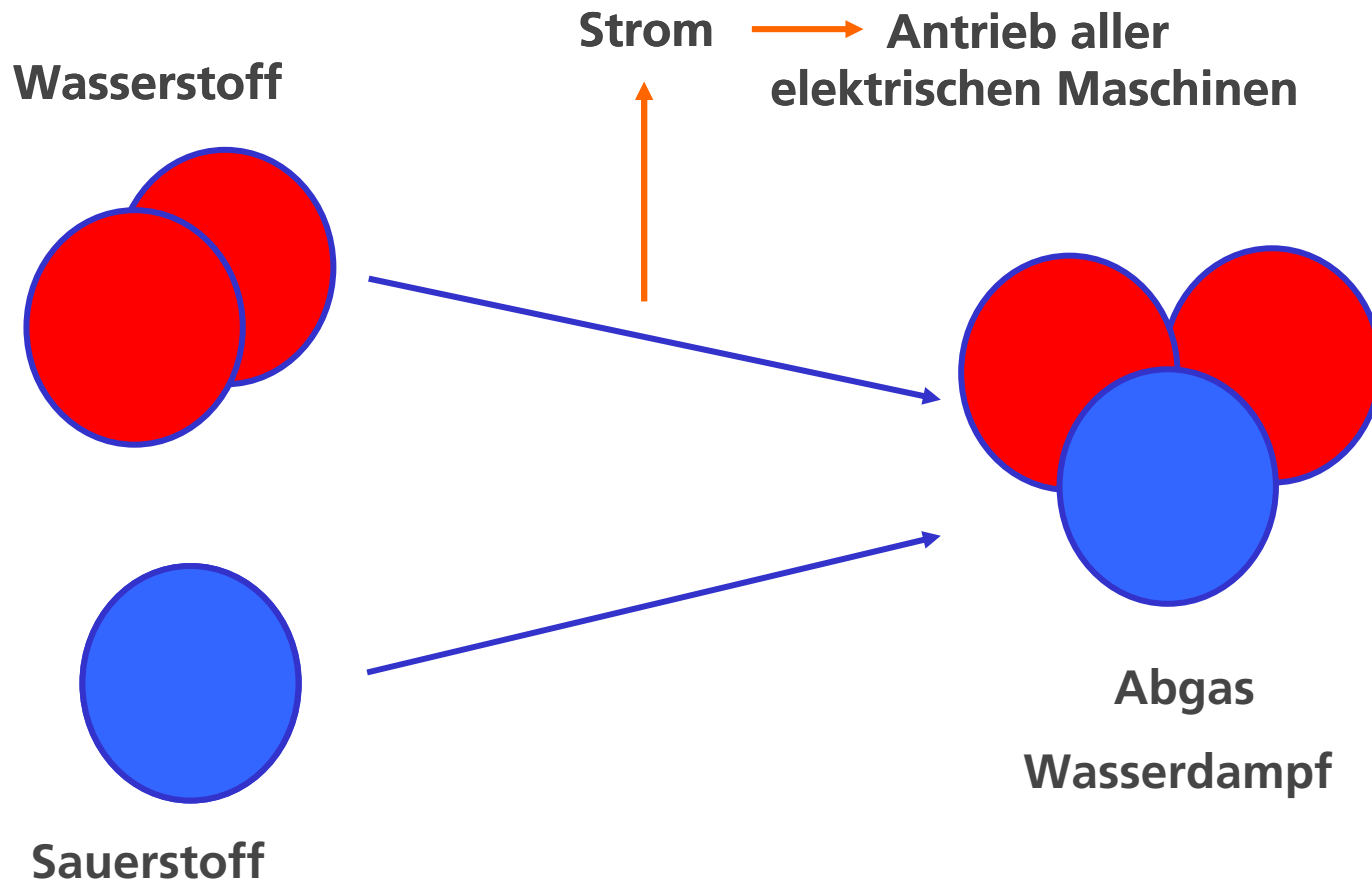
1. Wird aus Wasser gewonnen mit erneuerbarer Energie z.B. Sonnenenergie
2. Ist auf der ganzen Welt verfügbar
3. Verbrennt wieder zu Wasser

Brennstoffzellensysteme:

1. Erzeugen elektrischen Strom direkt mit Wasserstoff und Luft-Sauerstoff
2. Erzeugen keine schädlichen Abgase sondern nur Wasserdampf
3. Haben keine beweglichen Teile, verschleißten nicht und können später preiswert hergestellt werden

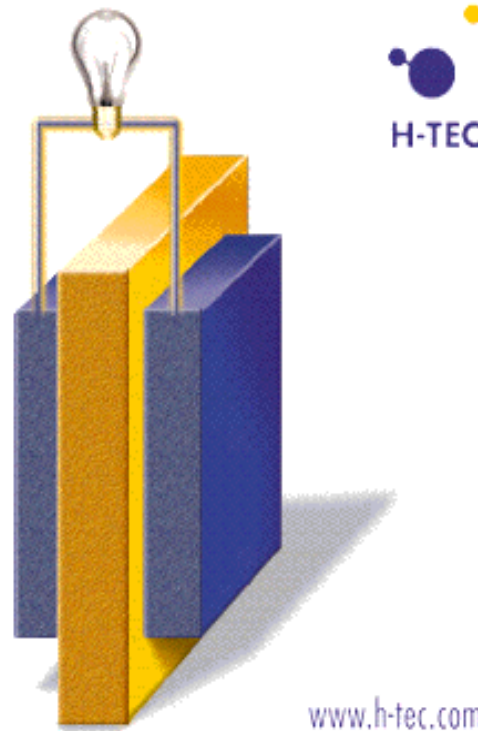
Was bedeutet es, Wasserstoff aus Wasser gewinnen und zu Wasser zu verbrennen?

Wasserstoff: Die Energie der Zukunft



Was bedeutet Wasserstoff aus Wasser gewinnen und zu Wasser zu verbrennen?

Das Prinzip der Brennstoffzelle



Das Funktionsprinzip der Niedertemperatur-Brennstoffzelle PEFC (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)



Anode



Kathode



- **Anode:** Wasserstoff (H_2) wird oxidiert (gibt Elektronen ab)
- **Elektrolyt-Membran**
Protonenleiter aber elektrischer Isolator
- **Kathode:** Sauerstoff (O_2) wird reduziert (erhält Elektronen)
- **Typische Werte unter Last:**
0,7 V Spannung
0,75 A/cm² Strom

Polymerelektrolyt-Membran



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Andreas Brinner, Tilo Maag, Bernd Gille
Institut für Fahrzeugkonzepte

27.06.09

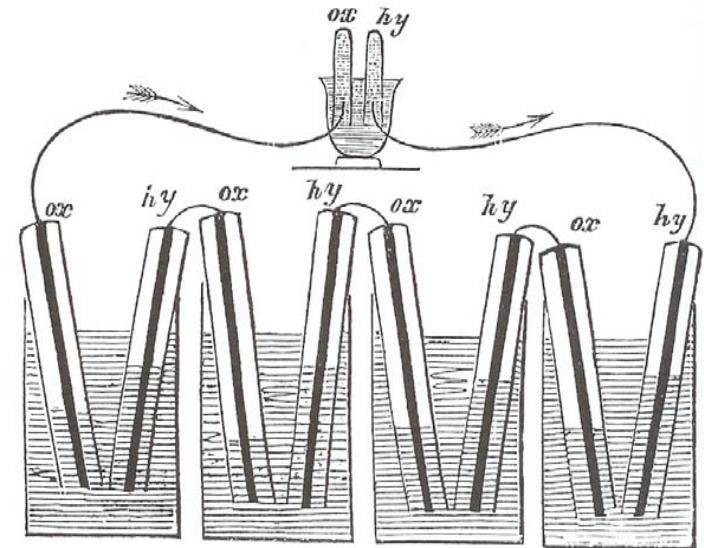
Wer hat die Brennstoffzelle erfunden?

Sir William Grove: Der Erfinder der Brennstoffzelle um 1842



Sir William Robert Grove
(July 11, 1811 - August 1, 1896)

Das ist Sir William Grove
und sein Brennstoffzellen-
Experiment von 1842



Grove's experiment of 1842
Figure from Grove's publication of 1842 [3]

Diese Erfindung wurde gemacht, als man mit
Pferdekutschen fuhr und Robert Schumann
romantische Klavierkonzerte komponierte.



Wie sehen Brennstoffzellen aus?

Der Aufbau eines Brennstoffzellenstapels

Prinzip eines Brennstoffzellenblocks

Bild einer PEM-Elektrode mit Dichtung

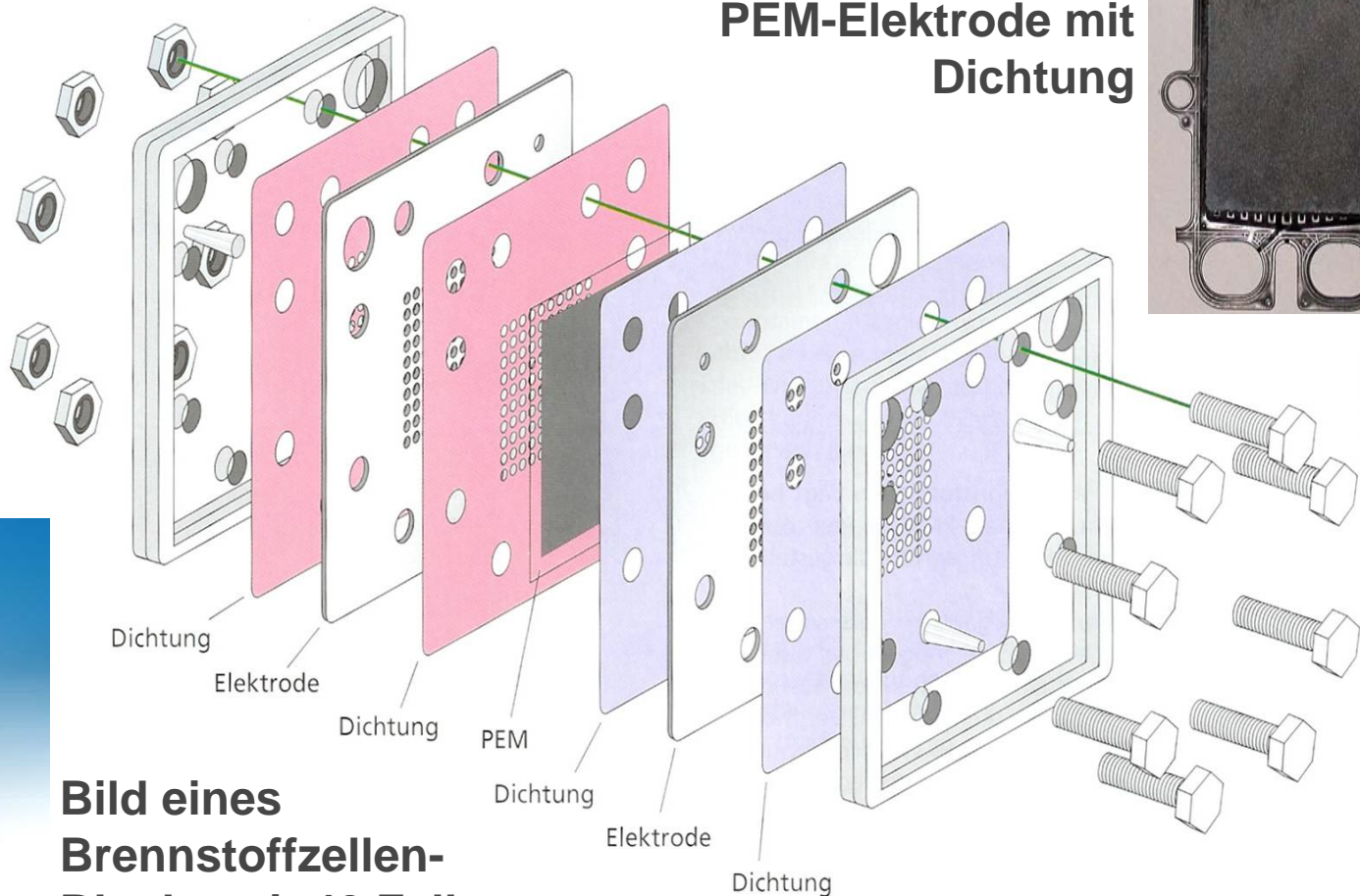
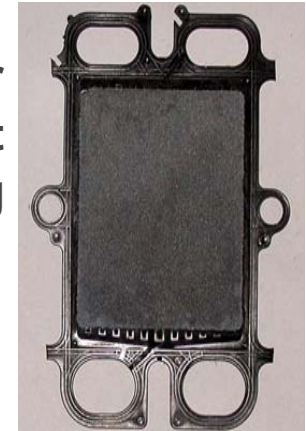
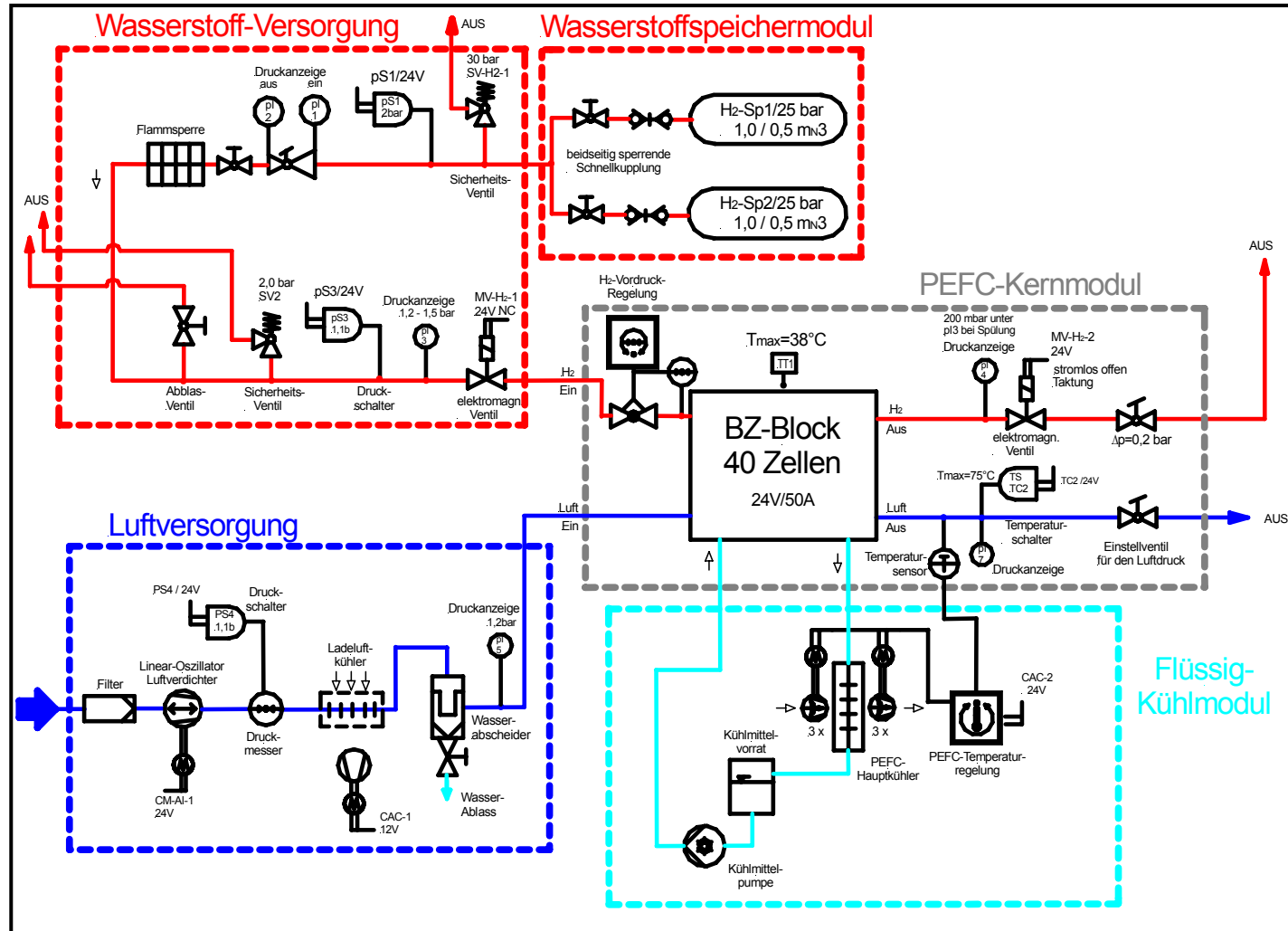


Bild eines Brennstoffzellen-Blocks mit 40 Zellen



Wie bekommt man Elektroenergie aus Brennstoffzellen?

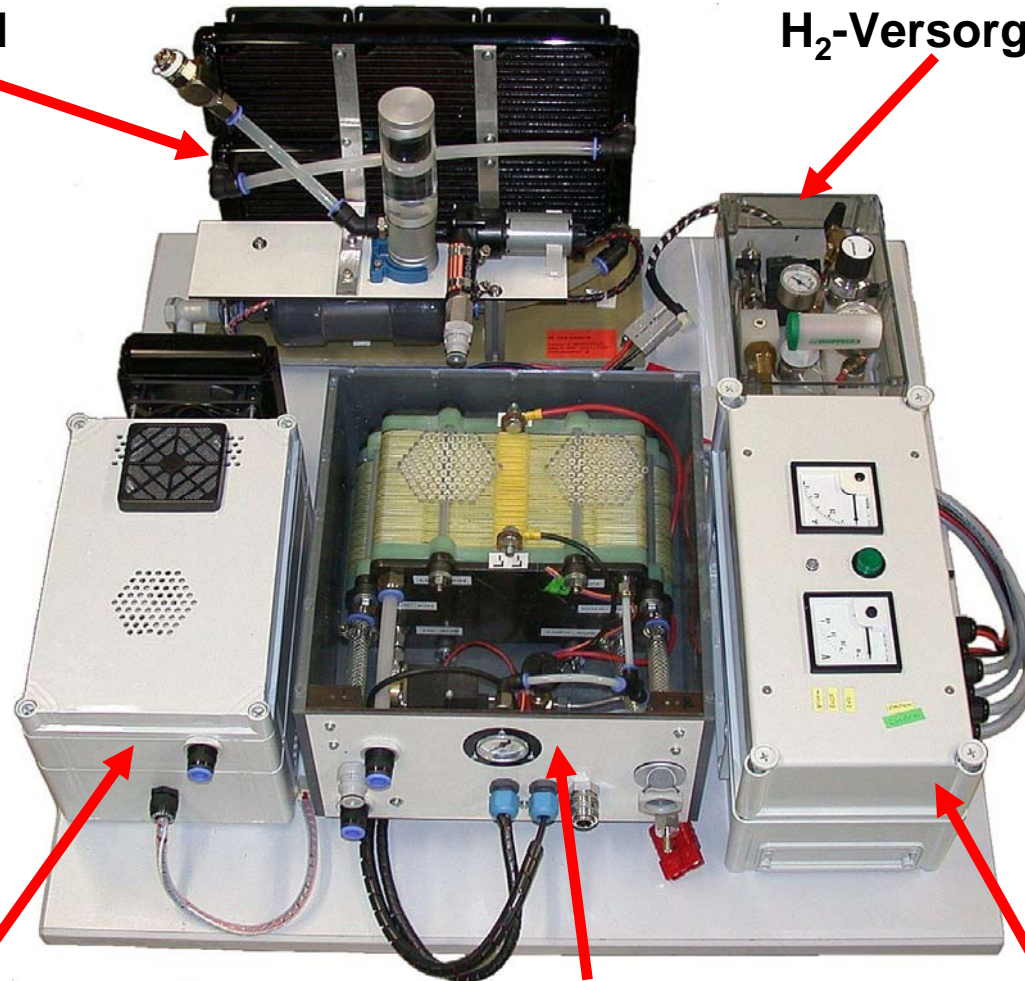
Ein einfaches Prinzip aber ein komplexes technisches System



1,2 kW_e PEFC-System in Modulbauweise mit Flüssigkühlung

Kühlmodul

H₂-Versorgungsmodul



Luft-Versorgungsmodul

PEFC-Systemmodul

Steuerungsmodul



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Andreas Brinner, Tilo Maag, Bernd Gille
Institut für Fahrzeugkonzepte

27.06.09

PEFC Subsysteme

Brennstoffzellen-Kernmodule

Kühlkreislauf

Vordruckregelung

PEFC Block mit Flüssigkühlung

1,2 – 2,0 kW_N Blockmodul
mit Wasserkühlung

Luftgekühltes
0,5kW_N Blockmodul

Gasein-/Auslässe

Gasspüleinstellung



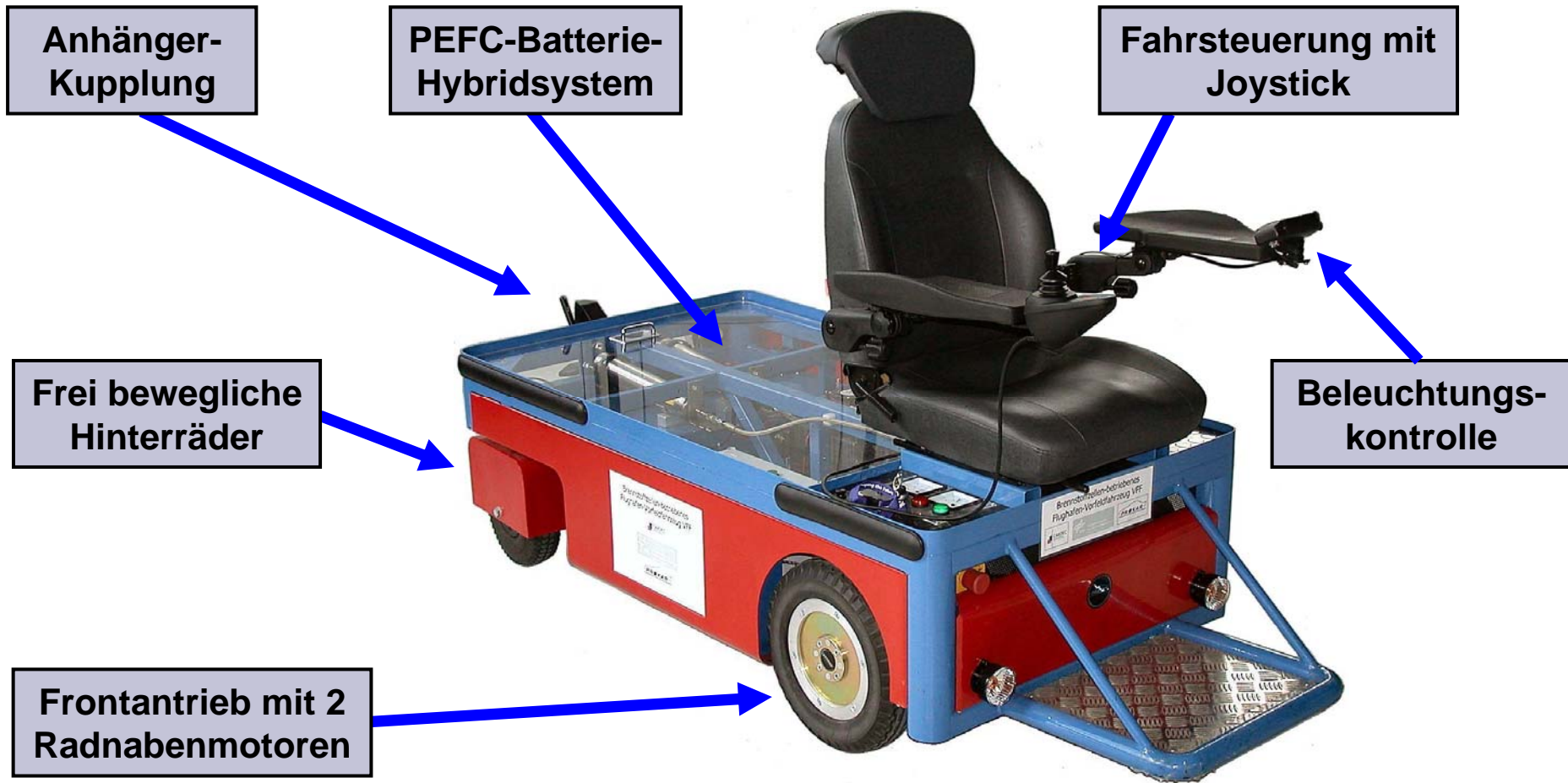
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Andreas Brinner, Tilo Maag, Bernd Gille
Institut für Fahrzeugkonzepte

27.06.09

Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellensystem

Vorfeldfahrzeug VFF mit PEFC-Hybridantrieb



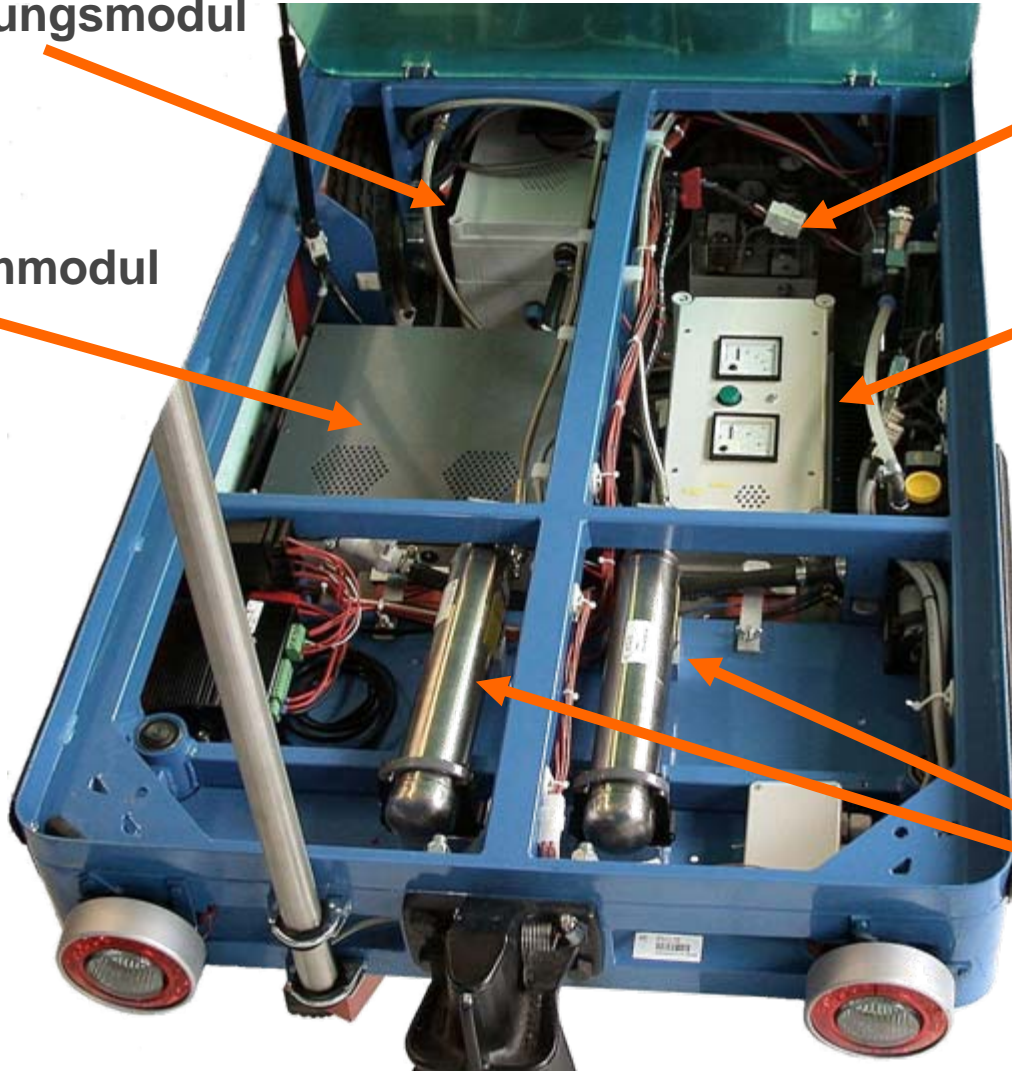
Vorfeldfahrzeug VFF mit Brennstoffzellen-Hybridantrieb

Luft-Versorgungsmodul

H₂-Versorgungsmodul

PEFC-Systemmodul

Steuerungsmodul



H₂-Speichermodule

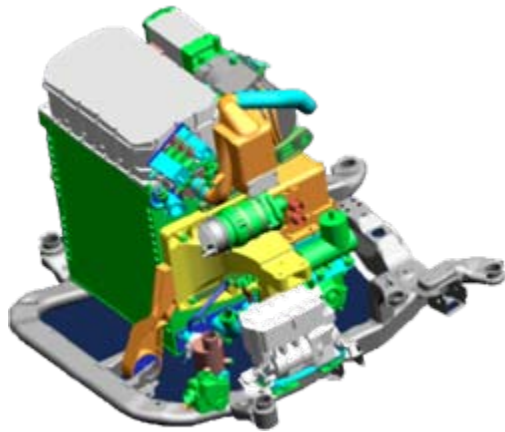


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Andreas Brinner, Tilo Maag, Bernd Gille
Institut für Fahrzeugkonzepte

27.06.09

Brennstoffzellenfahrzeug – HydroGen3 liquid



BZ-System

- Stapel
- Luftversorgung
- Wärmemanagement
- Wassermanagement
- Leistungselektronik

„Starter“-Batterie
DC/DC-Wandler



Elektrischer
Antrieb

Kraftstoff-
speicher

Brennstoffzellenfahrzeug – DaimlerChrysler F-Cell

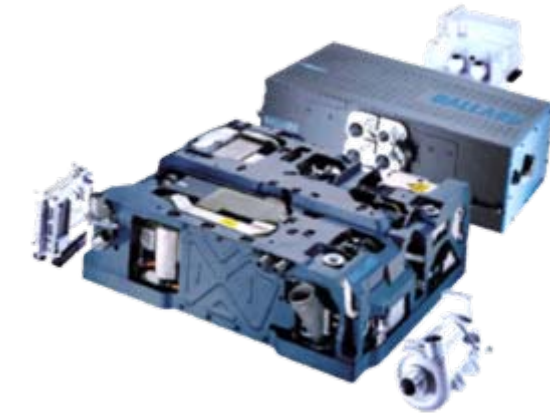
Hy-80

➤ 68 kW

➤ 220 l

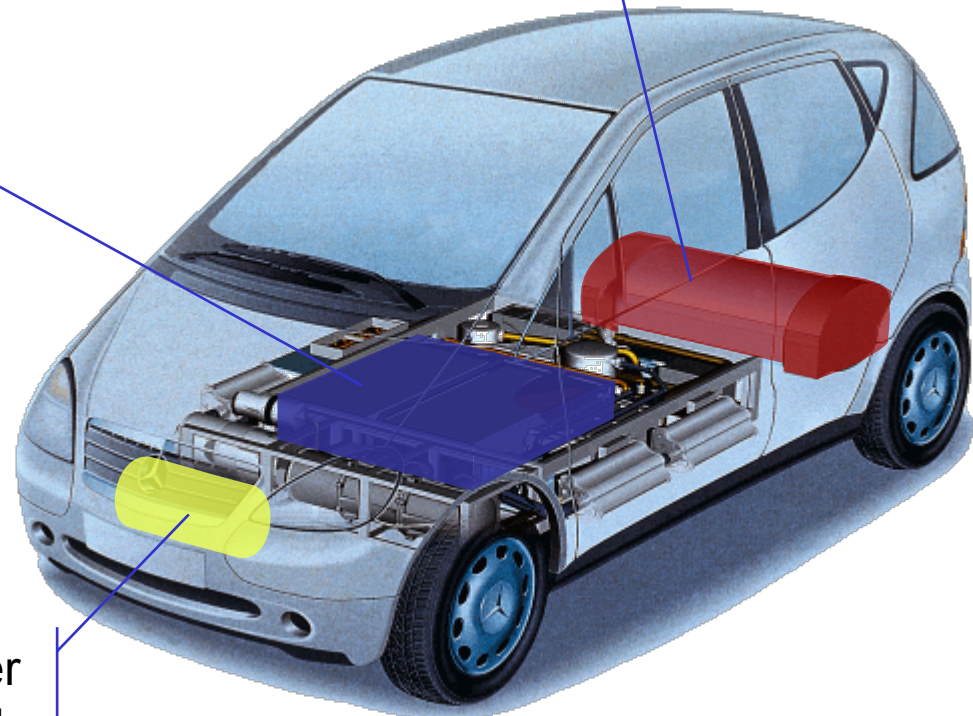
➤ 220 kg

Kraftstoff-
speicher



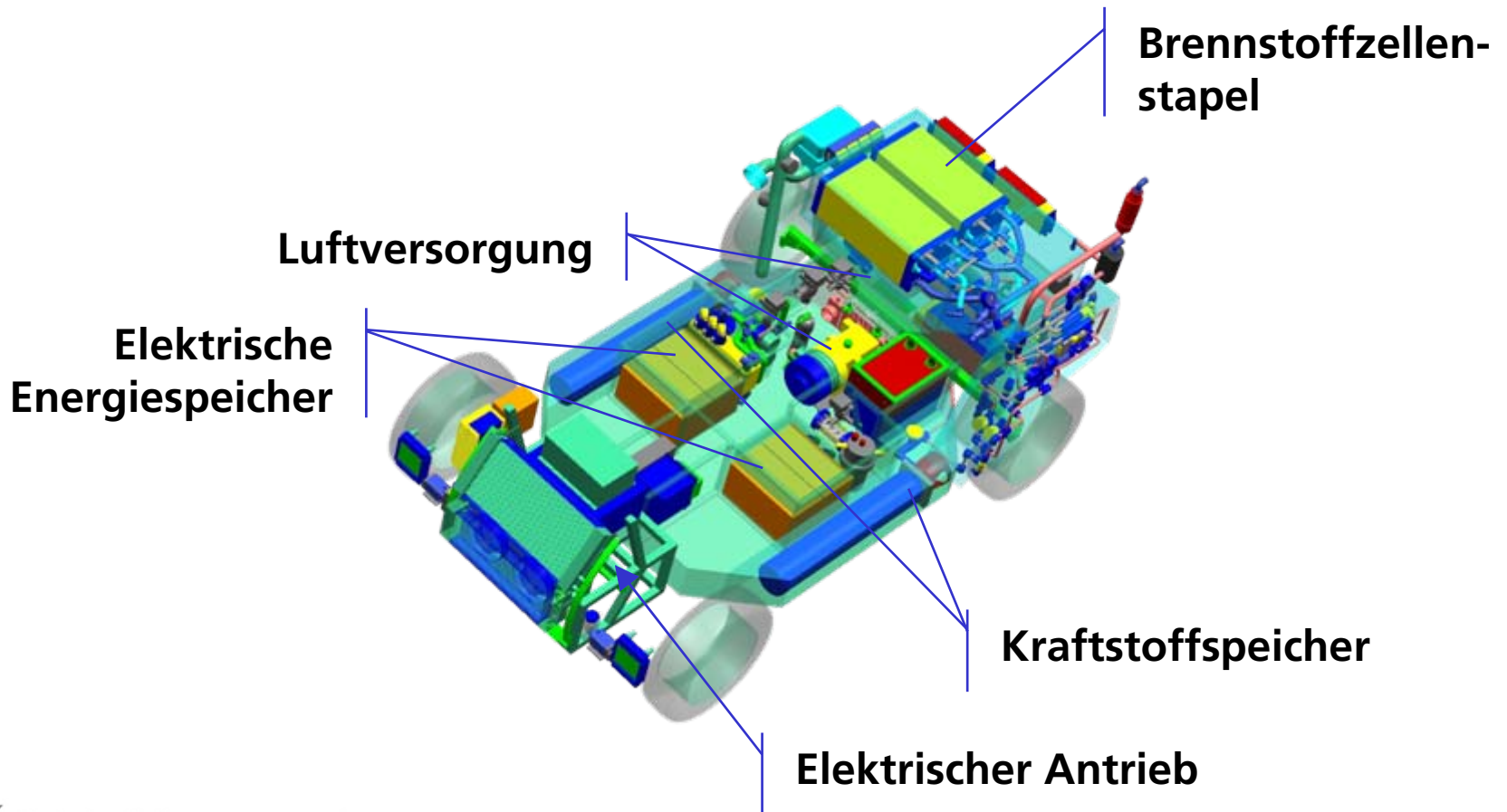
BZ-System

- Stapel
- Luftversorgung
- Wärmemanagement
- Wassermanagement



Elektrischer
Antrieb

Brennstoffzellen-Fahrzeug HyLite[®] DLR



Brennstoffzellen-Fahrzeuge

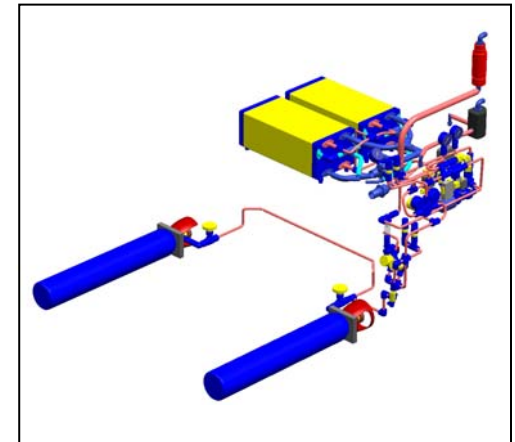
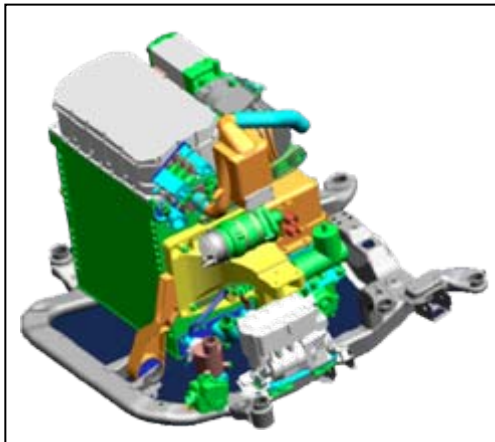
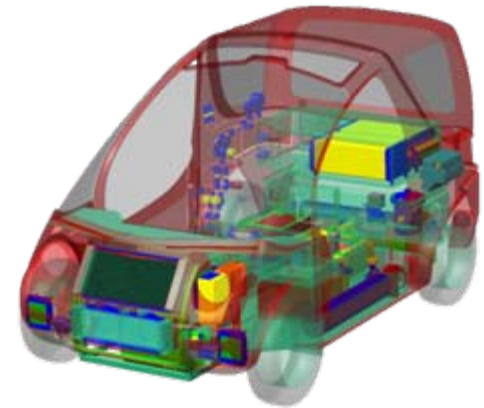
► **Opel**
HydroGen3 liquid



► **DaimlerChrysler**
F-Cell



► **DLR-FK**
HyLite



Bildquellen: Adam Opel AG, DaimlerChrysler AG



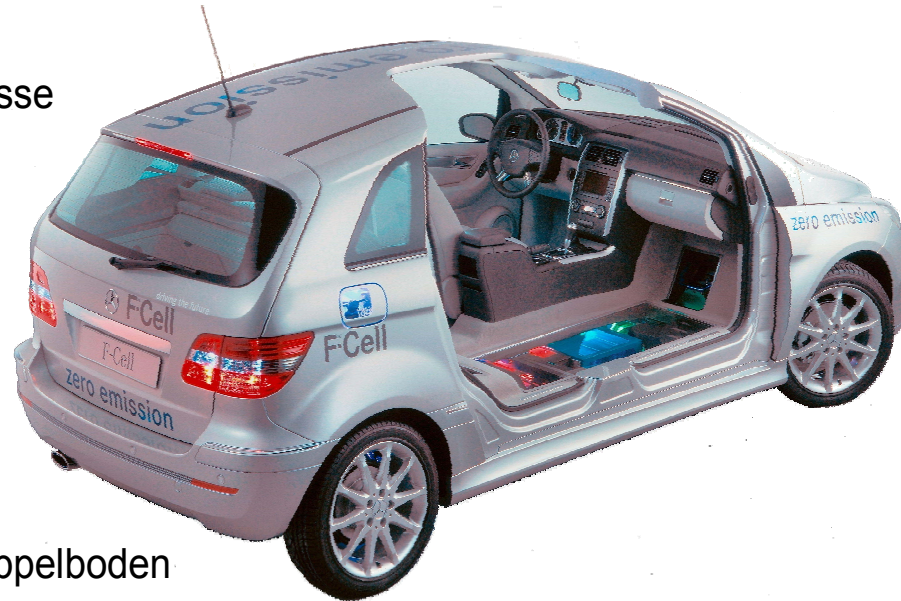
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Andreas Brinner, Tilo Maag, Bernd Gille
Institut für Fahrzeugkonzepte

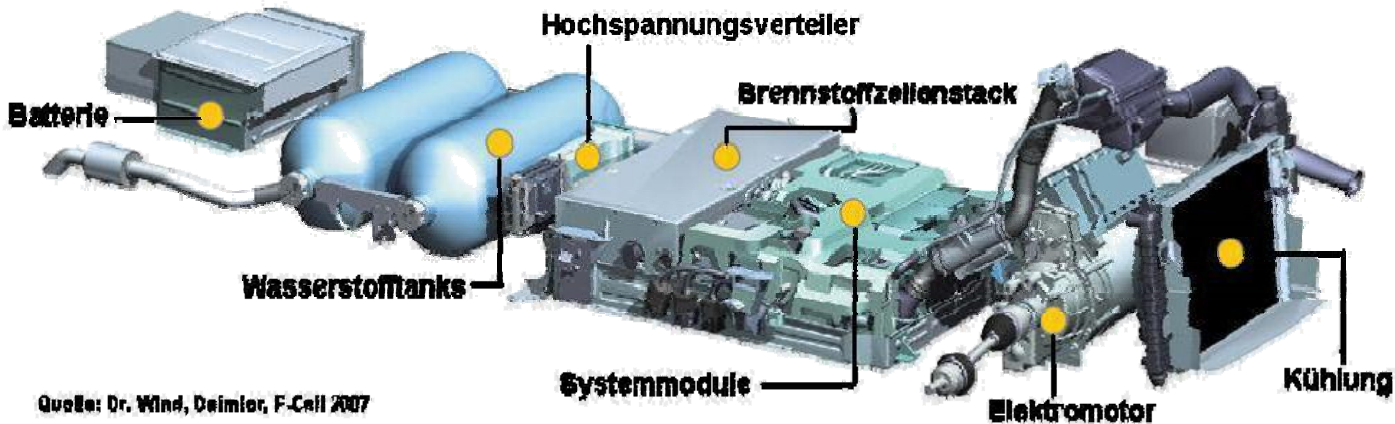
27.06.09

Packagekonzept des PEFC-Antriebsstrangs im Mercedes Benz Brennstoffzellenfahrzeug F-Cell

F-Cell Daimler B-Klasse



Integrationsbeispiel
PEFC-System im Doppelboden



Quelle: Dr. Wind, Daimler, F-Cell 2007

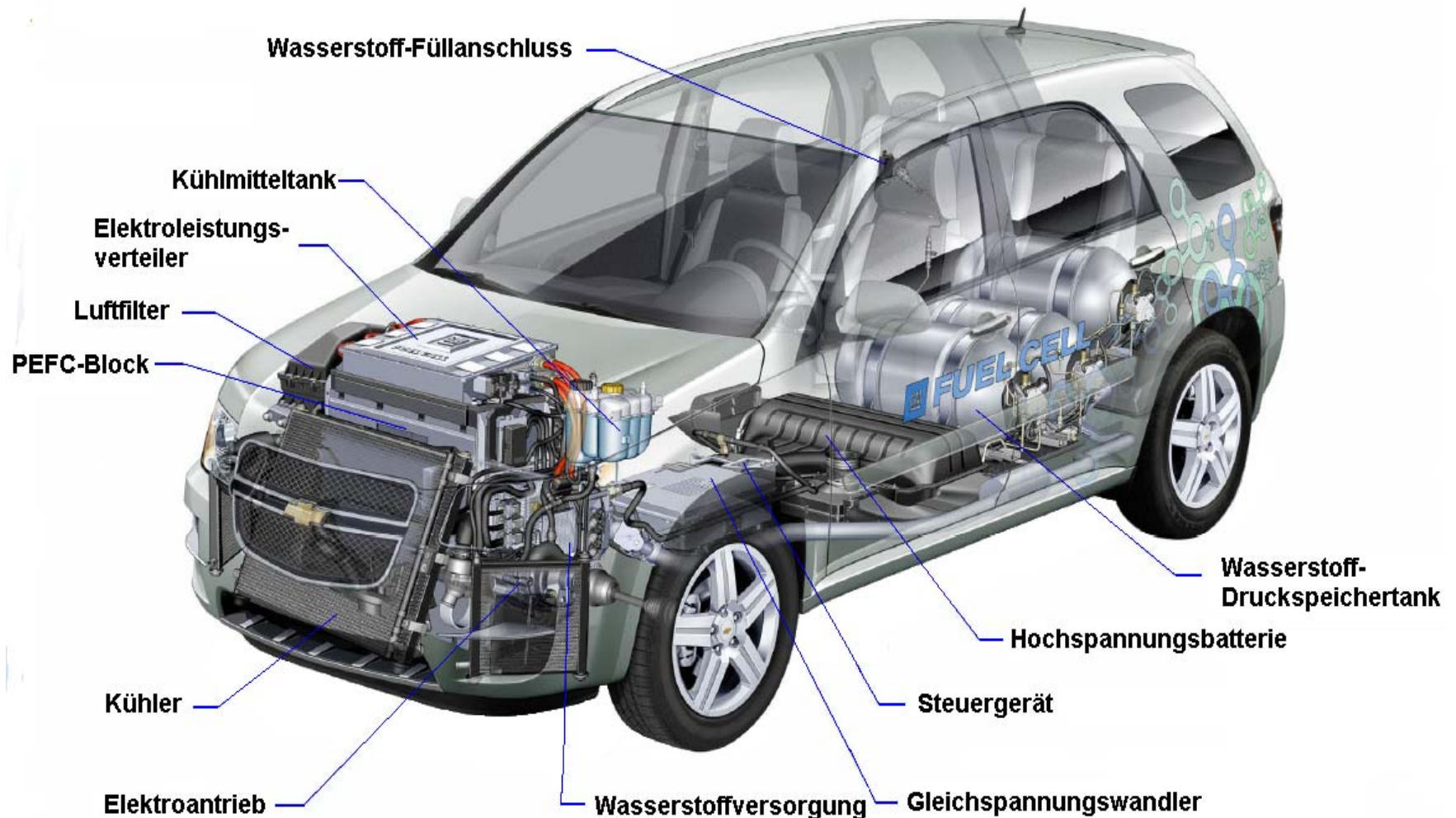


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Andreas Brinner, Tilo Maag, Bernd Gille
Institut für Fahrzeugkonzepte

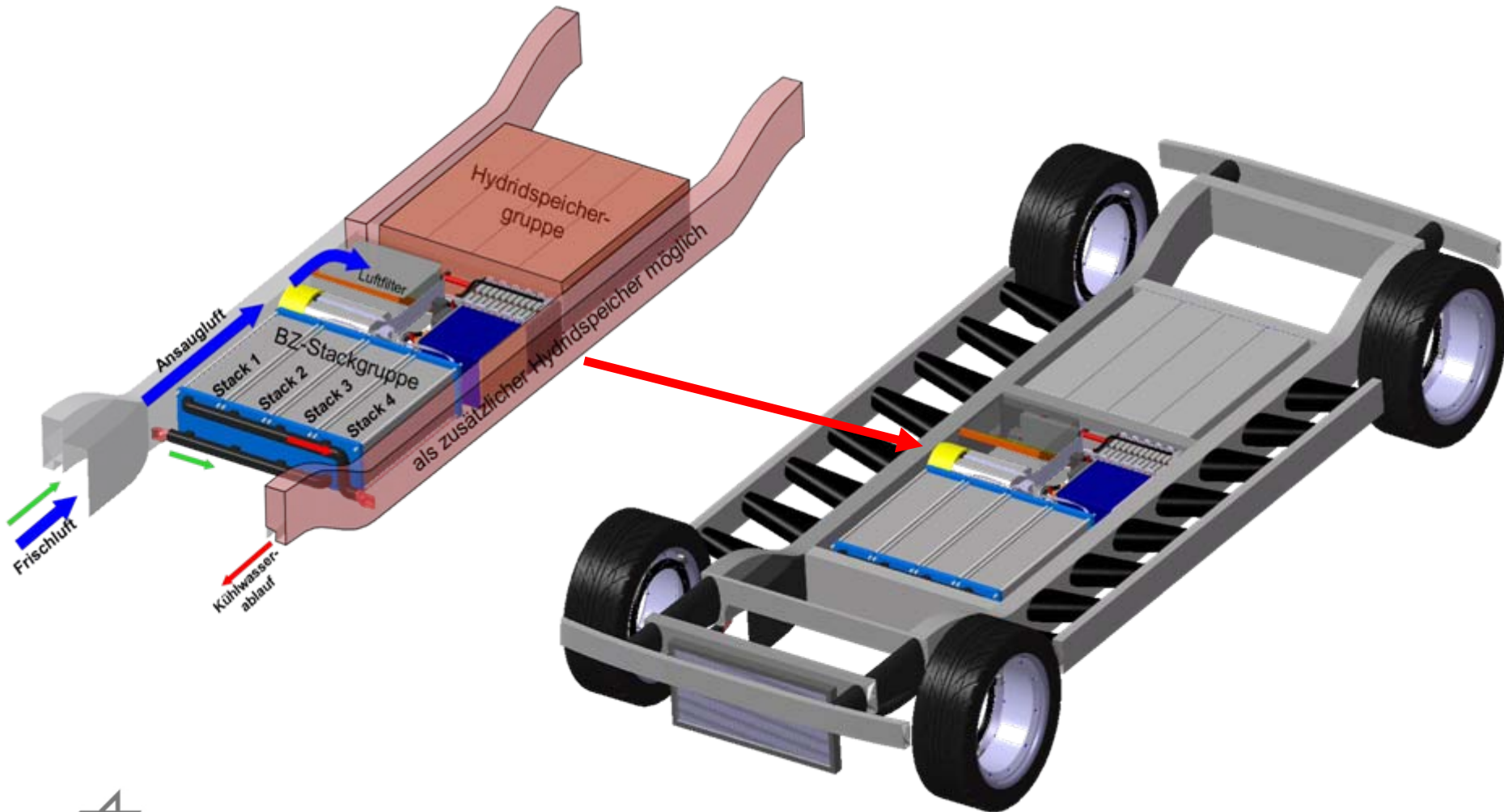
27.06.09

Packagekonzept des PEFC-Antriebsstrangs im GM Chevrolet Equinox Fuel Cell



DLR-Fahrzeugkonzept

„Spaceframe mit Blackbox-Antriebsmodul“



HyLite® -Fahrzeug mit Brennstoffzellen-Hybridantrieb

Das Firmenkonsortium des HyLite-Projektes

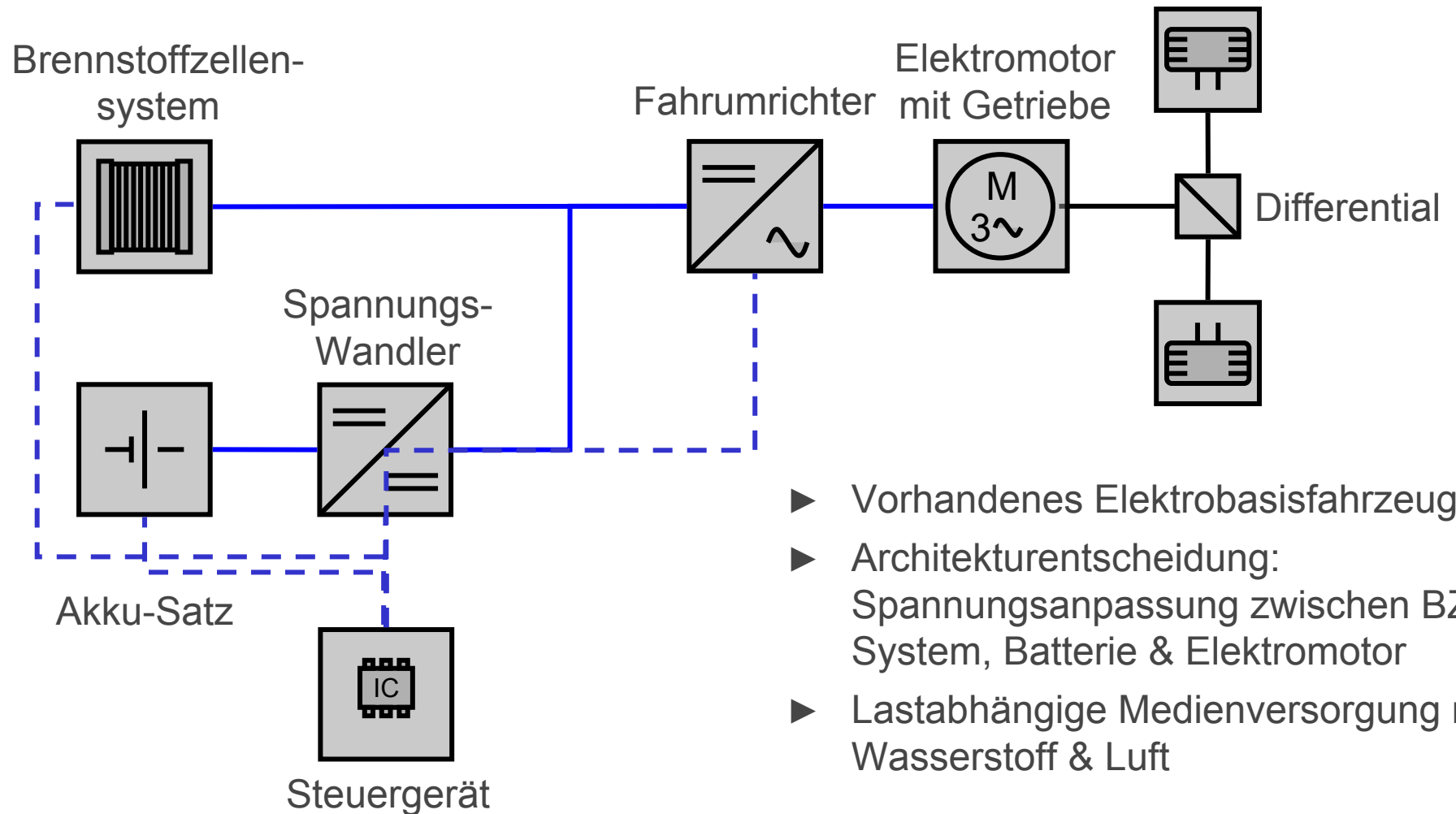


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Andreas Brinner, Tilo Maag, Bernd Gille
Institut für Fahrzeugkonzepte

27.06.09

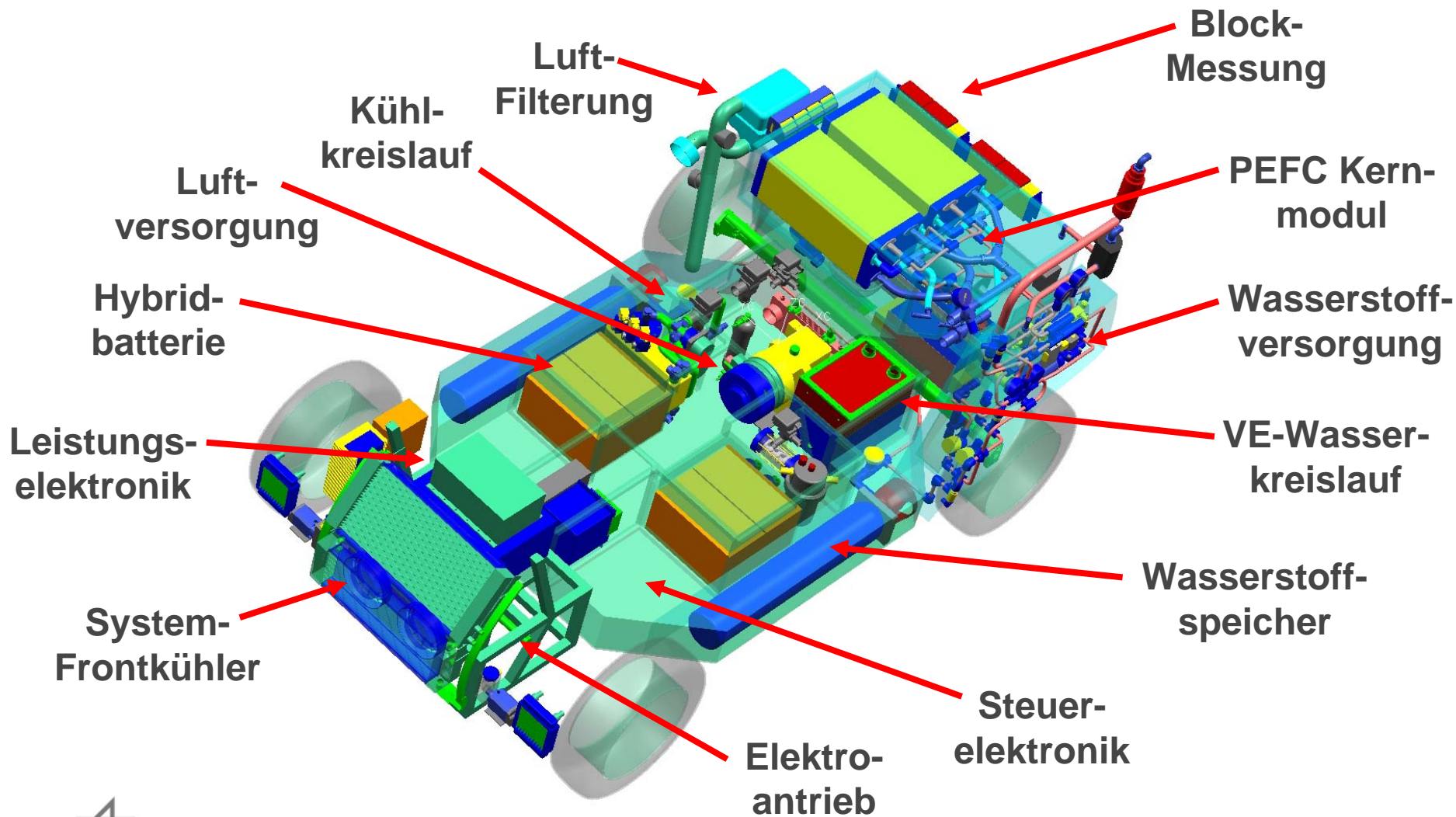
Antriebsstrang-Architektur des Technologieträgers HyLite



- ▶ Vorhandenes Elektrobasisfahrzeug
- ▶ Architekturentscheidung: Spannungsanpassung zwischen BZ-System, Batterie & Elektromotor
- ▶ Lastabhängige Medienversorgung mit Wasserstoff & Luft

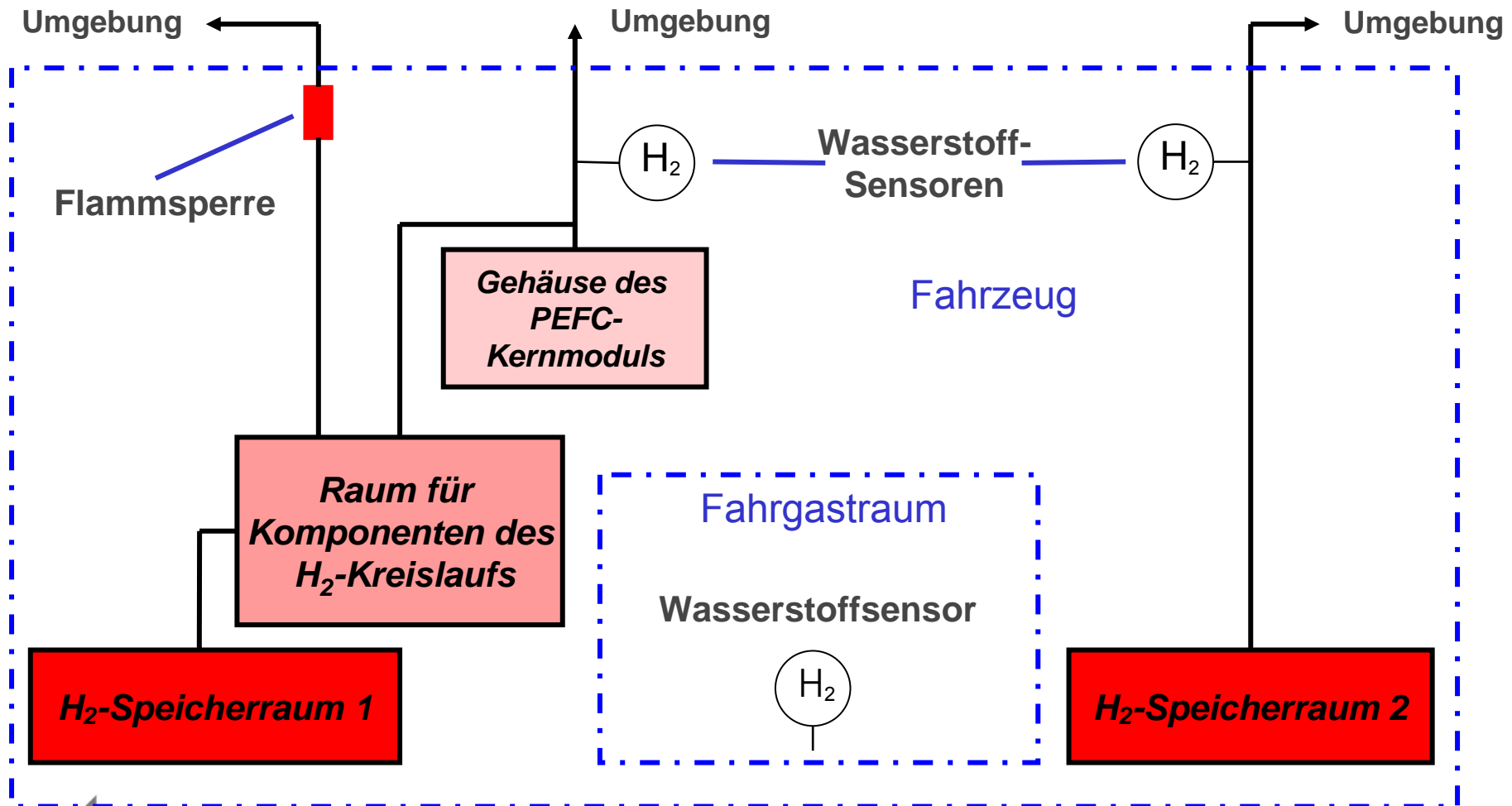
Brennstoffzellen-Antriebsstrangpackage

Detailblick auf das Systempackage



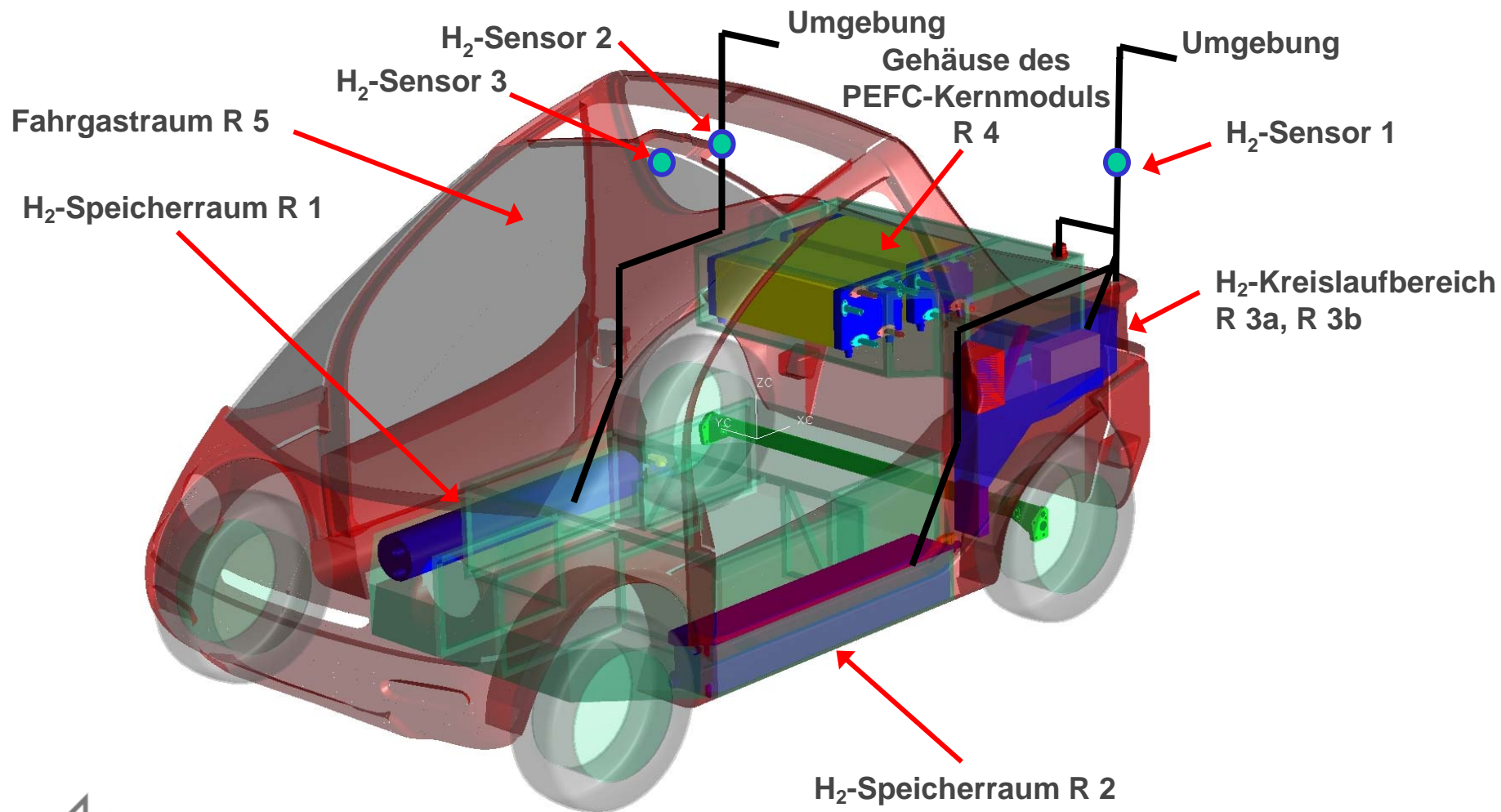
HyLite[®] Brennstoffzellensystem-Integration

Wasserstoffsicherheitskonzept des HyLite-Fahrzeugs



HyLite® Brennstoffzellensystem-Integration

Realisierung des Sicherheitskonzeptes



Ich bedanke mich bei Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit!
Viel Vergnügen heute hier bei uns
im DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte in Gebäude C



PEFC-Versuchsfahrzeug HyLite



Vorfeldfahrzeug VFF

Kinderversuchsfahrzeug

